

ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДИСТЫХ ЗАЭВТЕКТОИДНЫХ СТАЛЕЙ

Тонков К.Ю.

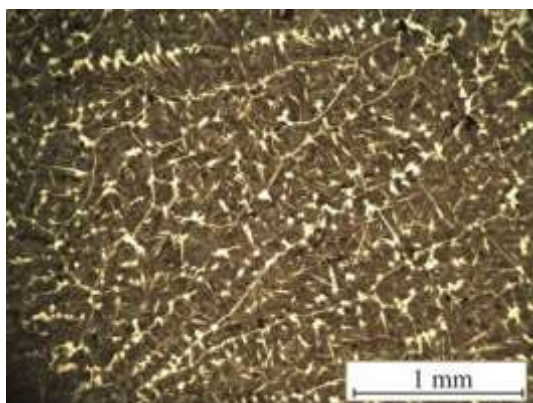
Руководитель – к.т.н. Буров С.В.

УРФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург
burchitai@mail.ru

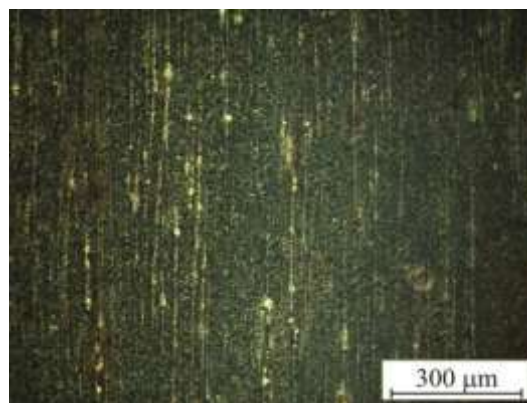
Цель работы: исследовать морфологию и характер распределения избыточного вторичного цементита в литых и кованных углеродистых заэвтектоидных сталях и определить микроструктуры, пригодные для формирования естественного композиционного материала со слоистым распределением мелкодисперсного глобулярного цементита.

В качестве материалов исследований использовали заэвтектоидные углеродистые стали содержащие 1,6 %С, различных способов выплавки. Объектами исследований являлись слитки в кристаллизованном по различным режимам состоянии, слитки, подвергнутые полному отжигу, а также полосы, полученные протяжкой слитков в интервале температурковки 850-750 °С, то есть в межкритическом интервале (в МКИ).

Структура стали У16, непрерывно охлажденной при кристаллизации (рис. 1), показывает, что избыточный цементит представлен в виде сетки по границам бывшего аустенитного зерна, массивных цементитных «клубков» ликвационной природы, декорирующих межосевые промежутки бывших аустенитных дендритов, а также пластин вторичного цементита видманштеттова типа. Цементитные «клубки» являются скоплением повышенного числа игл видманштеттова цементита. Послековки в МКИ (рис. 1а) в такой стали имеется карбидная строчечность и карбидная неоднородность. Имеются включения цементита размером около 10...20 мкм.



а



б

Рис. 1. Сталь У16, содержащая цементитные «клубки». а - литое состояние; б - послековки в МКИ.

Сталь, подвергнутая выдержке в интервале между солидусом и ликвидусом и последующему быстрому охлаждению тигля на спокойном воздухе, показывает наличие неравновесного ледебурита по границам, а также игл видманштеттова цементита внутри бывшего аустенитного зерна (рис. 2). Послековки в МКИ распределение карбидных частиц не может быть охарактеризовано как чисто слоистое. Неоднородность размера карбидных частиц сильно выражена (рис. 2б).

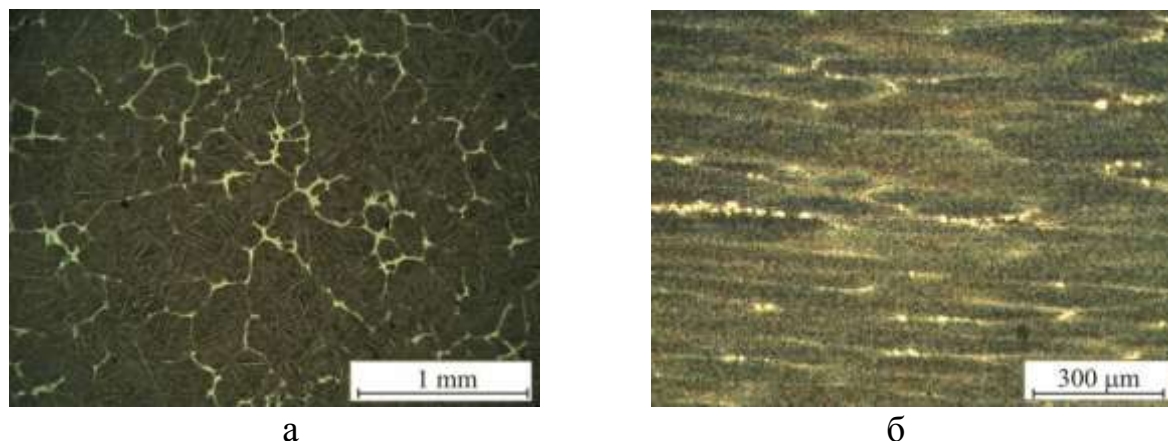


Рис. 2. Структура стали У16, кристаллизованная с образованием неравновесного ледебурита. а - литое состояние; б - послековки в МКИ.

Полный отжиг стали У16 приводит к классическому выделению вторичного цементита в виде массивной цементитной сетки (рис. 3). Структура кованой в МКИ стали с исходной морфологией вторичного цементита в виде сетки также показывает (рис. 3б) как отсутствие четко выраженной слоистости с параллельными слоями, так и наличие карбидной неоднородности.

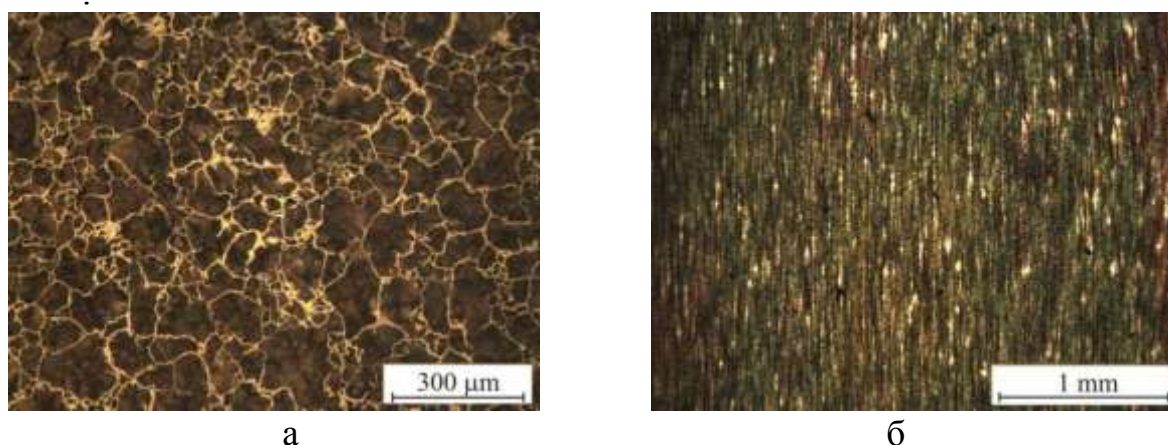


Рис. 3. Структура стали У16, подвергнутой отжигу с температурой аустенитизации 1100 °С. а - отоженное состояние; б – то же, послековки в МКИ.

Кристаллизация при тигельной плавке в условиях, снижающих дендритную ликвацию, приводит к выделению основного объема избыточного цементита в виде равномерно распределенных пластин (рис. 4). Ковка в МКИ стали с исходной видманшеттовой морфологией избыточного цементита и отсутствием сильно выраженных ликвационных карбидных неоднородностей приводит к формированию слоистой структуры с мелкодисперсными (менее 1-3 мкм) частицами избыточного цементита (рис. 4б).

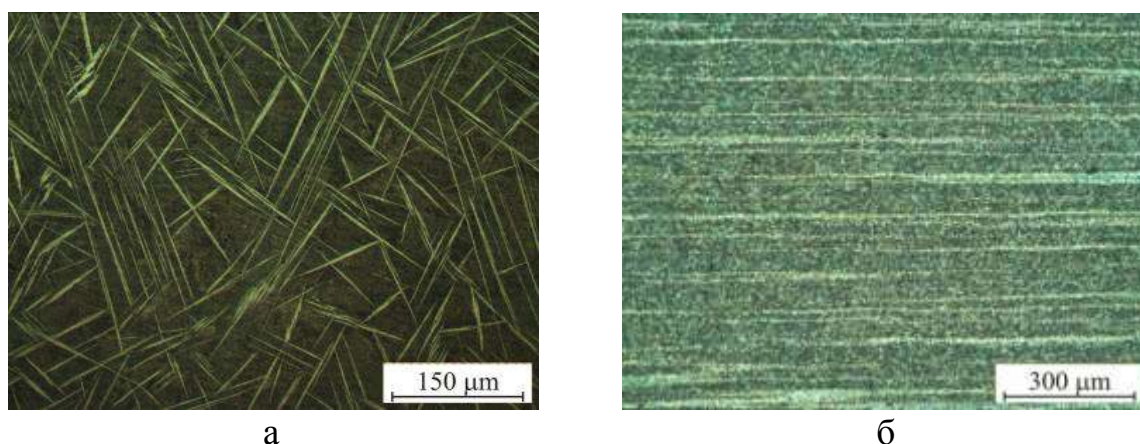


Рис. 4. Сталь с пластинчатой морфологией избыточного цементита видманшеттова типа в заэвтектоидной углеродистой стали. **б** – та же сталь послековки в МКИ.

Таким образом избыточный цементит в литой заэвтектоидной стали может быть представлен в виде пластин в объеме аустенитного зерна, в виде сетки по границам аустенитного зерна, в виде скоплений (клубков) ликвационной природы в межосевых промежутках дендритов аустенита. Отдельно можно выделить первичный цементит в составе неравновесного ледебурита.

Установлено, что надежным методом получения слоистой структуры с мелкодисперсными частицами вторичного цементита является деформирование в межкритическом интервале заэвтектоидной углеродистой стали с исходной видманшеттовой морфологией избыточной карбидной фазы. При выполнении этих условий естественный слоистый композиционный материал на основе заэвтектоидной стали может быть получен без применения специальных видов обработки, направленных на измельчение и сфероидизацию избыточной карбидной фазы.